

ISBN 978-979-18703-0-6



# **TEKNO SIM 2008**

Wisma MM UGM  
Yogyakarta  
16 Oktober 2008

**PROSIDING**

**SEMINAR NASIONAL**

**TEKNOLOGI SIMULASI IV**



Laboratorium Simulasi dan Komputasi  
Jurusan Teknik Mesin dan Industri  
Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada



## **SUSUNAN PANITIA**

Pelindung	: Ketua Jurusan Teknik Mesin dan Industri FT UGM Dr. Ir. Suhanan, DEA
Penanggung Jawab	: Kepala Lab. Simulasi dan Komputasi, JTMI UGM Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc.
Panitia Pengarah	: Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA, Dekan FT UGM Dr. Ir. Suhanan, DEA, Ketua Jurusan JTMI UGM Ir. Subagyo, Ph.D., Ketua Program Studi TI, JTMI UGM
Ketua	: Anna Maria Sri Asih, S.T., M.M., M.Sc.
Sekretaris	: Ir. Rini Dharmastiti, M.Sc., Ph.D.
Bendahara	: Nur Mayke Eka Normasari, S.T.
Tim Reviewer	: Ir. Subagyo, Ph.D. Ir. M. Waziz Wildan, M.Sc. Ph.D. Ir. Rini Dharmastiti, M.Sc., Ph.D. Dr. Ir. Sutrisno, MSME Andi Rahadiyan Wijaya, S.T., M.Sc. Dr. Eng. M. Arif Wibisono, S.T., M.T. Dr. Ir. Heru Santoso B. R., M.Eng. Ir. Alva Edy Tontowi, M.Sc., Ph.D. Dr. Eng. Deendarlianto, S.T., M.Eng.
Koordinator Pelaksana	: Alief Afrian Bargayu Irma Widyasta Pratiwi
Sekretaris Pelaksana	: Florentina Ika Krisna Puspitasari
Bendahara Pelaksana	: Adila Sepsi W
Kesekretariatan	: Fatimah Dinnurdina
Sie Acara	: Meilinda Fitriani Nur Maghfiroh Adityo Dwi Setyanto
Sie Danus	: Dyah Ayu Pramastuti A Raditya P Suryatmaja

<b>Sie Pubdekdok</b>	<b>: Arlinda Kusumasari</b> <b>Wahyu Hidayat</b> <b>Bramadhi Satrio P</b> <b>Atthur Firhan Fattah</b>
<b>Sie Proceeding</b>	<b>: Dwi Purnamawati</b> <b>Nurina Diana Artha</b> <b>Satwika Matahari A</b>
<b>Sie Logistik</b>	<b>: Aridhito Bayu K</b> <b>Julian Eryanto N</b>
<b>Sie Perlengkapan</b>	<b>: Achmad Fauzal</b> <b>Taufan Rony P</b> <b>Mahan Mahendar P</b> <b>Achmad Zarkasi</b> <b>I Made Aryata</b>



## DAFTAR ISI

<b>Kata Pengantar</b>	<b>ii</b>
<b>Susunan Panitia</b>	<b>iii</b>
<b>Daftar Isi</b>	<b>v</b>
 <b>MAKALAH KEYNOTE SPEECH</b>	
Modeling and Simulation for Technical and Non-Technical Application <i>Dr. Ir. Sutrisno</i>	1
 <b>PRODUCTION SYSTEM MODELING</b>	
Usulan Perbaikan Rantai Suplai dengan Pendekatan Lean Six Sigma dan <i>Vehicle Routing Problem</i> di CV Expand Jaya Perkasa <i>Amar Rachman, Betrianis, Anita Kristina</i>	24
Studi Pengaruh Kemiringan Dinding Mangkok Terhadap Tekanan Injeksi dan Filling Clamp Force <i>Amelia Sugondo, Ninuk Jonoadi</i>	31
Studi Pengaruh Ukuran <i>Sharp Corner</i> Terhadap Cacat <i>Sink Mark</i> dan Mampu Alir <i>Amelia Sugondo, Ian Siahaan</i>	36
Pengembangan Model Berbasis <i>Spreadsheet</i> Sistem Antrian <i>Multi-Channel</i> <i>Multi-Phase</i> Kondisi <i>Time-Dependent</i> <i>Bagus Sunar Woko, Subagyo</i>	42
Analisis Manajemen Risiko pada Produksi Mesin Motor di PT. X dengan Pendekatan Sistem Dinamis <i>Boy Nurtjahyo, Erlinda Muslim, Muhammad Arif Rahman</i>	49
Analisis Sistem Persediaan pada Departemen <i>Marine Equipment</i> PT. X (Persero) dengan Pendekatan Dinamika Sistem <i>Gatot Yudoko, Demi Ilan Saputra</i>	57
Analisis Performansi dan Perbaikan Lini Produksi dengan Menggunakan Metoda Simulasi <i>Irwan Sukendar, Dewi Retno F., Dian Setiadi, Dwi Riyanti, Eko Pramudyo, Muchamad Mukmin</i>	65
DFT Study of the Interaction of Glycine Radical with Carbon Nanotubes <i>Mirta Agustina Putri, Thanyarat Udommaneethanakit, Hanggara Sudrajat, Nathaya Selphusit, Christina Laophongspaisan</i>	75
Aplikasi <i>Casting Simulation</i> dalam Memecahkan Masalah <i>Casting Porosity</i> pada Produk <i>Aluminum Alloy</i> dan <i>Steel Casting</i>	

<i>Mochamad Achyarsyah</i>	79
Peningkatan Kualitas Produk Kertas dengan Menggunakan Pendekatan Six Sigma di Pabrik Kertas Y <i>Moses L. Singgih, Renanda</i>	85
Penyeimbangan dan Penjadwalan Lintasan Produksi dengan Pendekatan Simulasi <i>Reinny Patrisina, Zulhamidi</i>	93
Analisis Simulasi Penanganan Risiko Rantai Suplai Bahan Bakar pada Operasi Proyek Pertambangan Batubara (Studi Kasus: PT X) <i>Yadrifil, Dafid</i>	98
Integrasi Metode OMAX dan TRIZ dalam Pengukuran dan Peningkatan Produktivitas Studi Kasus: Produsen <i>Sparepart</i> Sepeda Motor, CV Mc. Laurent-Surabaya <i>Sari Y., Mardiono L., Untoyo S. A.</i>	105
Pendekatan Siklus Deming dan <i>System Development Life Cycle</i> dalam Perbaikan Sistem dan Prosedur Inventarisasi di Biro Administrasi Umum, Universitas Surabaya <i>Sari Y., Rosiawan M., Lukito S.</i>	112
<b>LOGISTIC OPERATION</b>	
Penentuan Rute Distribusi dengan Algoritma Tabu Search untuk VRP dengan Time Windows (Studi Kasus di PT. X) <i>Amar Rachman, Fauzia Dianawati, Clariasa Asteria</i>	120
Penggunaan Algoritma Genetik pada Model EOQ <i>Probabilistic</i> dalam Menentukan <i>Order Quantity</i> dan <i>Recorder Point</i> untuk Meminimalkan Biaya <i>Inventory</i> (Studi Kasus di Perusahaan X dan PT. Y di Surakarta) <i>Bernadus Hernawan Rahanto, Anna Maria Sri Asih, Nur Mayke Eka Normasari</i>	124
Pengembangan Model Distribusi Gula Pasir dengan Menggunakan Metode Dinamika Sistem <i>Chandra Ade Irawan</i>	132
Perancangan Model Jaringan Distribusi Three Echelon dengan Multi-Objective Programming <i>Dina Natalia Prayogo</i>	139
Kemampuan A Stars Algorithm dalam Memilih Lintasan Terdekat Antara Dua Titik pada Peta Jalan (Studi Kasus: Peta Jalan Kota Surakarta) <i>Eko Liquiddanu, Yusuf Priyandari, Nur Anis Hadiyati</i>	146

Analisis Sistem Transportasi Batubara dari Bukit Asam ke Pelabuhan Suralaya dengan Simulasi Monte Carlo <i>Gatot Yudoko</i>	152
Analisis Pengaruh Budaya Organisasi terhadap Kinerja <i>Supply Chain</i> pada Industri Minuman <i>Hanna Lestari, Suhagyo, Andi Rahadian Wijaya</i>	158
Analisis Ketidaktepatan Waktu Bus Sampai ke <i>Shelter</i> pada Jaringan Bus Transjogja Trayek 1A Menggunakan Metode Simulasi Sistem dengan <i>Software ProModel</i> <i>Herman, Anna Maria Tri Asih</i>	165
Simulasi untuk Menentukan Komputer dan Komponen Cadangan di Lembaga Pendidikan Komputer, Studi Kasus di Lembaga Pendidikan Komputer X Surabaya <i>Joko Lianto Buliali, Sri Anita Siamba</i>	173
Minimasi Waste (Pemborosan) untuk Perbaikan Value Stream pada Proses Pembuatan Dies HD dengan Pendekatan Lean Manufacturing <i>Linda Wahyuni S., Wakhid A. Jauhari, Lobes Herdiman</i>	180
Model Supply Chain untuk Pembangunan Usaha Kecil Menengah dengan Aplikasi Short Message Service (SMS) (Studi Kasus UKM Sarung ATBM Kabupaten Gresik-Jatim) <i>Nina Aini Mahbubah, Ahmad Rusdiansyah</i>	186
Pengembangan Model Perencanaan Pengadaan Bahan Baku Dinamis dengan Adanya Diskon dan Batas Masa Kadaluaarsa <i>Siti Mahsanah Budijati</i>	193
<b>BUSINESS AND FINANCE MODELING</b>	
Perancangan Permainan Simulasi Bisnis yang Melatih Analisis Rasio Keuangan dalam Memprediksi Terjadinya Financial Distress dengan Pendekatan Sistem Dinamis <i>Akhmad Hidayatno, Sri Dewi</i>	201
Analisis Penentuan Jumlah dan Jenis <i>Cost Driver</i> Optimal dalam system <i>Activity Based Costing</i> (ABC) dengan Menggunakan Algoritma Genetik dan <i>Grey Relational Analysis</i> <i>Cyrillus Arya Adi Prabandana, Anna Maria Sri Asih</i>	208
Membangun <i>Brand Image</i> yang Powerful : Tinjauan Dinamika Sistem <i>Evo S. Hariandja</i>	213
Analisis Pengelompokan Aktivitas pada <i>Activity based Costing</i> Menggunakan Artificial Neural Network (Studi Kasus di CV.X dan PT.Y) <i>Muhammad Ibnu Halley, Anna Maria Sri Asih</i>	219



Analisis Pengaruh Economic Value Added (EVA) Terhadap Market Value Added (MVA) pada Industri Barang Konsumsi di Bursa Efek Jakarta <i>Mohammad Abdul Mukhi, Mujiyana</i>	226
Pengaruh Penerapan Periklanan di Internet dan Pemasaran Melalui Email Terhadap Pemrosesan Informasi dan Keputusan Pembelian oleh Konsumen <i>Mujiyana, Mohammad Abdul Mukhyi</i>	233
Evaluasi Performansi dan Perbaikan Sistem Jasa (Service Jasa) Menggunakan Simulasi <i>Parwadi Moengin</i>	239
Pengaruh Kepribadian Disposisional terhadap Niat Penggunaan Internet : Studi Empiris Keberterimaan Teknologi Informasi di Lingkungan Perguruan Tinggi <i>Willy Abdillah</i>	245
<b>ENVIRONMENT MODELING</b>	
Simulasi Termodinamika Pengaruh Penurunan NOx dan Soot pada Motor Diesel Injeksi Langsung (1 Silinder ) 677 CC dengan Menggunakan Bahan Bakar Dual Fuel (Diesel Biogas) <i>A. Praptijanto, W. B. Santoso, Y putrasari</i>	254
Implementasi Model Fluida Dengan metoda <i>Smoothed Particle Hydrodynamic</i> pada Tsunami <i>Augmented Reality</i> <i>Bedy Purnama, Aciek Ida W. D., Arief Syaichu Rohman</i>	261
Simulasi Banjir (River Flooding) Interaktif dengan metoda <i>Smoothed Particle Hydrodynamics</i> (SPH) <i>Hendrayana, Ari Setijadi, P., Arry Akhmad Arman</i>	264
Implementasi Sistem Partikel Menggunakan Metoda <i>Smoothed Particle Hydrodynamics</i> (SPH) untuk Studi Aliran Lava <i>Khairul Hamdi, Emil Mauludi Husni, Tunggal Mardiono</i>	271
Eco-Efficiency Proses Produksi Kertas Daur Ulang (Studi Kasus pada PT.PB) <i>N. Indrianti, W.L. Jatmiko</i>	278
Pemodelan dan Simulasi Dampak Bencana Global : Prediksi Arah Gerakan Lumpur Panas Menggunakan <i>Neighborhood Moment</i> dalam <i>Cellular Automata</i> <i>Rengga Asmara, Nana Ramadijanti, Achmad Basuki, Tri Harsono</i>	285
Penentuan Pola Sebaran Polutan di Permukaan Tanah <i>Tigor Naudi</i>	292
Komitmen Korporat pada Lingkungan dan Pemanasan Global: Sebuah Konsep Membangun <i>Entrepreneurial Society</i> <i>Willy Abdillah</i>	300

## **ENERGY SYSTEMS MODELING**

- Pemilihan Model JST untuk Penentuan Angka Oktana Biogasolin Sesuai dengan Data Masukannya  
*Abdul Wahid, Bambang Heru Santoso* 309
- Evaluasi Tegangan Transien Akibat Pensaklaran pada Gardu Induk Sutt 150 Kv (Aplikasi SUTT SUMBAGTENG)  
*Antonov* 316
- Simulasi Aliran Fluida Pada Teras Reaktor TRIGA 2000 dengan Menggunakan Perangkat CFD  
*Anwar Ilmar Ramadhan, Niki Pratama, Efrizon Umar* 323
- Pengaruh Hilangnya Kawat Netral Saluran Distribusi Tenaga Listrik 20 kv Terhadap Arus Gangguan Tanah  
*Aris Budiman, Agus Supardi* 328
- Aliran Turbulen pada Nosel Konvergen Divergen Tipe Bcl  
*Bagus H. Jihad, Dedi Priadi, Tresna P. Soemardi, Eddy S. Siradj* 334
- Simulasi Perancangan Pipa Gas : Studi Kasus Perancangan Pipa Gas Muara Bekasi-  
Muara Tawar  
*H. Hermansyah, A. H. Saputra, W. W. Saputra, Y. Lasse, F. A. Medianti* 341
- Perancangan dan Implementasi Prototipe Software Driver Untuk Penggerak dan Sensor pada Platform Simulator  
*I Ketut Gede Sudlartha, Yoga Priyana, Arif Syaichu Rohman* 348
- Studi Pengaruh Pemilihan Frekuensi Carrier dan Komponen Filter Terhadap Bentuk Gelombang Keluaran pada Inverter Satu Fasa  
*Kristian Ismail, Agus Radianto* 355
- Pemilihan Mixer untuk Pemanfaatan Biogas pada Mesin Diesel Dual Fuel 1200 CC  
*Y. Putrasari, W. B. Santoso, A. Praptijanto* 361

## **CONTROL ENGINEERING MODELING**

- Multivariable Control of A 4x4 Process in Distillation Column  
*A. Wahid, A. Ahmud* 368
- Studi Fenomena Pembiasan pada Kristal Fotonik  
*Andika Asyuda, H. K. Dipojono, E. Juliastuti* 373
- Analisa Heading Angle Barge dalam Mendapatkan Performance Seakeeping dengan Nilai Respon Minimum  
*N. Imansyah, A. Sulisetyono* 378



Setting Mesin Penguapan Biji Kopi Untuk Kebutuhan Pengolahan Biji Kopi di Daerah Perkebunan Agro Wisata Kebun Kopi Jawa Timur Berbasis Metode Luzzy Logic <i>Ian Hardianto, Amelia S.</i>	385
Kinerja Rem Tromol Terhadap Kinerja Rem Cakram Kendaraan Roda Dua Pada Pengujian Stasioner <i>Ian Hardianto Siahaan, Hoo Yung Sen</i>	391
Peningkatan Kualitas Pengolahan Larutan Pembersih Daur Ulang Pada Proses Pencetakan Dokumen Sekuriti <i>Isti Sujandari, Erlinda Muslim, Ririn Mulyani</i>	398
Analisis Disain Plastis Penampang Struktur Tabung Motor Roket Diameter 250 <i>Setladi</i>	406
Simulasi Jarak Jangkau dan Ketinggian Roket Sebagai Fungsi dari Energi Internal Propelan, dengan Progrsm Visual Nastran <i>Sutisno, Erya Satrya, Wigati</i>	413
Simulasi Pengaruh Penempatan Receiver RADAR Sekunder Terhadap Akurasi Tracking 3-Dimensi Roket <i>Wahyu Widada, Sri Kihwati</i>	420
<i>Auto-tuning</i> Parameter Kontrol Proporsional-Integral dengan Menggunakan Metode <i>Relay feedback</i> Ziegler-Nichols <i>Wahyudi, Bakhtiar Indra, Iwan Setiawan</i>	426
Saran Desaim Mold Injeksi Bersaluran Pendingin Heliks untuk Produk Berbentuk Silindris <i>A. E. Tontowi, B. Triyono, Fauzan</i>	433
Analisa Numerik Kinerja Motor Roket Padat RX320 Pada Uji Statik Januari 2008 <i>Arif Nur Hakim</i>	439
Estimasi Konsumsi Energi Gas Alam dengan Metode <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> dan <i>Fuzzy Subtractive Clustering</i> (Studi Kasus di PT. Pupuk Kaltim) <i>Erwin Pangihutan Sirait, Anna Maria Sri Asih</i>	446
<b>DEVELOPMENT OF SIMULATION TECHNIQUES/DECISION SUPPORT SYSTEMS</b> Analisis Industri Jaringan Tetap Nirkabel Telekomunikasi di Indonesia dengan Paradigma Struktur Perilaku kinerja <i>Amar Rachman, Arian Dhini, Azis Priyanto</i>	454

Perancangan Instrumen Sistem Penunjang Keputusan Operasional 7 Koridor Busway TransJakarta Berbasis Model Simulasi Diskrit <i>Armand Omar Moeis, Hariyanto Salim, Hendry Frily</i>	462
Simulasi Difraksi Cahaya Pada Celah Tunggal dan Celah Ganda <i>Darjat, Wahyu Hidayat, Budi Setiyono</i>	470
Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Material Requirements Planning (MRP) Sebagai Pendukung Perencanaan Persediaan Bahan Bahan Baku dan Bahan Bantu <i>Dwi rahmadi, Azizah Aisyati, Yuniaristanto</i>	481
Peranan Bussiness Intelligence sebagai Decision Support System pada Tingkat Manajer Perusahaan <i>Emi Handayani</i>	488
Dinamika Sistem Pengembangan Produk Baru : Keseimbangan Sisi Supply dan Demand <i>Evo S Hariandja</i>	494
Efficient Probabilistics Reanalysis for Assessing Imprecise Reliability <i>F. Farizal, Efstratios Nikolaidis</i>	500
Distribusi Tegangan Kontak pada Rel Akibat Beban <i>Impact</i> Ketika Roda Melewati Sambungan Rel dengan Adanya Tonjolan Ujung Rel ke Arah Lateral <i>I Made Parwata, Satryo S. B., I. GN. Wiratmaja Puja</i>	508
Penenruan Kebijakan Pelayanan Transportasi Umum Pengumpan Bus Jalur Coridor untuk Komuter Daerah Perkotaan <i>Ibnu Hisyam</i>	515
Pengukuran Efisiensi Jasa Pelayanan Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) dengan Metode <i>Data Envelopment Analysis</i> (DEA) (Studi Kasus: SPBU G, SPBU K, SPBU S, SPBU J) <i>Moses L. Singgih, Viki Chandra</i>	521
Finite Element Modelling of 2D Elastic-Plastic Contac <i>Rini Dharmastiti, D. C. Barton, J. Fisher</i>	528
Simulasi Informasi Banjir Jalan Raya di dalam Kota <i>Siti Sendari</i>	534
Teknik Simulasi terhadap Model Matematik Melalui Proses Pendekatan <i>Sri Bintang Pamungkas</i>	541
Analisis Proses Pembakaran pada Motor Diesel dengan <i>Off-Line Combustion Analyzer</i> <i>Widodo B. Santoso, Arifin Nur, Achmad Praptijanto</i>	548

Aplikasi 3D Parametric Modeling pada CATIA V5R16 sebagai Solusi Sustainable Product Development Desain Mountain Bike <i>Wilyanto Anggono, Stefanus Ongkodjojo, Agus Surya Candra</i>	554
Sustainable Product Development Pagar Lipat dengan Menggunakan 3D Parametric Modularity Design dan Virtual Reality <i>Wilyanto Anggono, Stefanus Ongkodjojo, Dedrick Moejiharta</i>	561
<b>OTHER</b>	
Studi Eksperimental Material Alternatif Komposit Helm <i>Atria Pradityana, I Made Londen Batan, Sulistijono</i>	569
Pengaruh Kekerasan Plat Baja SCr 440 terhadap Sifat Balistik dalam Simulasi dan Eksperimen <i>Beny Bandanadjojo, Arif Basuki, Mardjono Siswasuwarno</i>	575
Simulasi Behan Impak pada Bahan Komposit Berlapis ( <i>Laminated Composite</i> ) <i>Heru Santoso B. Rochardjo, Hadi Saputra</i>	582
Software Alat Ukur Kerataan untuk Metode Kisi dan Union Jack <i>I Made Londen Batan, Afrie A. P., Dimas Wahyu W.</i>	589
Analisa Penjadwalan <i>Flowshop</i> dengan Metode Algoritma Genetika untuk Minimasi <i>Makespan</i> (Studi Kasus di CV. X dan PT. Y) <i>Junita Sijabat, Anna Maria Sri Asih, Nur Mayke Eka Normasari</i>	596
Perbaikan Proses Bisnis Pembangunan Menara Telekomunikasi dengan Simulasi I-GARX <i>M. Dachyar</i>	603
Studi Perbandingan Karakteristik Analisa Kinematika Akibat Pengaruh Sudut Belok Roda Depan yang Variabel terhadap Stabilitas Kendaraan <i>Niruk Jonoadji, Ian Hardianto Siahaan</i>	608
Aplikasi Simulasi Monte Carlo pada Analisa Respon Struktur Portal <i>Olga Pattipawaej, R. A. Soleh</i>	613
Perancangan Penjadwalan Perawatan Mayor Pesawat untuk Meminimumkan Biaya <i>Over Maintenance</i> dan <i>Lost Revenue</i> (Studi Kasus: PT. Adam Sky Connection Airlines, Jakarta) <i>Raymond Bahana, Trifeanus Prabu Hidayat, Ronald Sukwadi</i>	620
Pembentukan Sel Manufaktur dengan Mempertimbangkan Kriteria Majemuk Menggunakan Algoritma Genetika <i>Trifeanus Prabu Hidayat, Raymond Bahana, Ronald Sukwadi</i>	628



Perbaikan Proses Bisnis Pembangunan Menara Telekomunikasi dengan Simulasi I-GARX <i>M. Dachyar</i>	603
Studi Perbandingan Karakteristik Analisa Kinematika Akibat Pengaruh Sudut Belok Roda Depan yang Variabel terhadap Stabilitas Kendaraan <i>Nimuk Jonoadji, Ian Hardianto Siahaan</i>	608
Aplikasi Simulasi Monte Carlo pada Analisa Respon Struktur Portal <i>Olga Pattipawuej, R. A. Soleh</i>	613
Perancangan Penjadwalan Perawatan Mayor Pesawat untuk Meminimumkan Biaya <i>Over Maintenance</i> dan <i>Lost Revenue</i> (Studi Kasus: PT. Adam Sky Connection Airlines, Jakarta) <i>Raymond Bahana, Trifearnis Prabu Hidayat, Ronald Sukwadi</i>	620
Pembentukan Sel Manufaktur dengan Mempertimbangkan Kriteria Majemuk Menggunakan Algoritma Genetika <i>Trifearnis Prabu Hidayat, Raymond Bahana, Ronald Sukwadi</i>	628
Evaluasi Performansi dan Perbaikan Sistem Manufaktur Menggunakan Simulasi <i>Parwadi Moengin</i>	636
Model Optimasi Perencanaan Produksi Jangka Menengah Dengan Multi Objective Programming <i>Dina Natalia Prayogo</i>	642
Modeling <i>Die Drawn Ultra High Molecule Weight Polyethylene</i> Dengan Metode Elemen Hingga <i>Agus Dwi Anggono, Rini Dharmastiti</i>	649

---

**PENGEMBANGAN MODEL PERENCANAAN  
PENGADAAN BAHAN BAKU DINAMIS  
DENGAN ADANYA DISKON DAN BATAS MASA KADALUARSA**

**Siti Mahsanah Budijati**

Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan  
Jl. Prof. Soepomo SH, Janturan, Yogyakarta  
email: [sm\\_budijati@yahoo.com](mailto:sm_budijati@yahoo.com)

**Abstrak**

*Penelitian ini berupa pengembangan model untuk perencanaan pengadaan bahan baku yang mempunyai batas masa kadaluarsa dan adanya ketentuan diskon bagi pembelian dalam jumlah tertentu. Sementara kebutuhan bahan baku tiap periode bersifat dinamis dan kapasitas gudang penyimpanan terbatas.*

*Model yang dikembangkan dalam penelitian ini merupakan pengembangan dari model Indrianti, et al (2001) dan Model Budijati (2005) dengan pendekatan program dinamis. Kriteria pemilihan solusi adalah minimasi total biaya persediaan.*

*Untuk mengilustrasikan jalannya model dan tahap pencarian solusi, diterapkan 3 buah skenario. Skenario 1 merupakan kondisi dimana biaya pesan jauh lebih besar dibanding biaya simpan. Pada skenario 1 ini model memberikan solusi berupa setiap kali pemesanan dilakukan dalam jumlah besar untuk pemenuhan kebutuhan periode bersangkutan dan beberapa periode ke depan sampai batas umur pakai bahan tersebut. Skenario 2 merupakan kondisi dimana biaya simpan jauh lebih besar dibanding biaya pesan. Model pada skenario 2 memberikan solusi yang berupa pemesanan dilakukan setiap periode sejumlah bahan yang dibutuhkan tanpa menyimpan untuk kebutuhan periode berikutnya. Pada skenario 3 dibuat biaya simpan relatif sama dengan biaya pesan, dengan tambahan kondisi bahwa perbedaan harga pembelian per unit pada masing-masing kelas diskon cukup besar. Model pada skenario 3 memberikan solusi yang berupa pemesanan dilakukan sejumlah kuantitas minimal mulai terjadinya diskon, meskipun ditanggung resiko sebagian bahan melewati batas masa kadaluarsanya.*

**Kata kunci:** Program Dinamis, diskon, kadaluarsa

**A. Pendahuluan**

Pada lingkungan produksi dinamis, dimana jumlah permintaan produk tiap periode berbeda-beda, pengadaan bahan baku untuk produksi tidak hanya dipertimbangkan untuk satu periode tertentu saja tetapi juga harus dipertimbangkan untuk beberapa periode ke depan. Dengan demikian perencanaan pengadaan bahan baku merupakan integrasi penentuan kuantitas pemesanan sekaligus penjadwalan pemesanannya.

Pihak *supplier* bahan baku seringkali memberlakukan diskon jika pembelian dilakukan dalam jumlah tertentu. Hal ini perlu menjadi pertimbangan perusahaan dalam pengadaan bahan baku, di sisi lain kapasitas gudang penyimpanan merupakan pembatas dalam penentuan kuantitas pengadaan bahan baku tersebut. Untuk itu perlu diatur bagaimana pembelian dapat dilakukan pada jumlah tertentu sehingga masih mendapatkan diskon, tetapi tidak melebihi kapasitas gudang penyimpanan.

Pertimbangan pengadaan bahan baku semakin kompleks ketika bahan baku produksi berupa produk biologis yang cepat rusak (*perishable good*). Penyimpanan bahan baku tidak boleh melebihi masa kadaluarsanya, sehingga sifat bahan tidak berubah saat akan digunakan dalam produksi.

Model yang berkaitan dengan pemesanan dinamis telah dikembangkan sebelumnya pada Budijati (2005) berdasar model dasar *inventory* produksi dinamis pada Taha (1997). Model Budijati (2005) merupakan pengintegrasian jadwal pemesanan dan penentuan kuantitas pemesanan dinamis, yang mempertimbangkan diskon pembelian dan kapasitas gudang. Namun demikian model ini tidak mempertimbangkan masa kadaluarsa bahan.

Sementara model yang mempertimbangkan masa kadaluarsa bahan dikembangkan oleh Indrianti, et al (2001). Namun model tersebut diterapkan untuk lingkungan produksi statis.

Model dan penelitian lain yang terkait dengan persediaan yang memberlakukan diskon antara lain penelitian dari I Gede Agus W (2001) tentang penentuan tingkat pemesanan ekonomis dengan mempertimbangkan perubahan harga menggunakan *evolutionary algorithm*. Penelitian ini diterapkan pada permintaan order statis, belum diterapkan pada permintaan yang dinamis.

Model lain yang telah dikembangkan untuk kondisi *lot-sizing* dinamis adalah model yang dikembangkan oleh Xu, Jiefeng, et al (2000). Model ini mempertimbangkan adanya *joint business volume*



*discount*, untuk beberapa item produk ketika nilai pembelian mencapai harga tertentu. Namun model ini tidak mempertimbangkan adanya keterbatasan kapasitas gudang.

Cechon, GP., dan Lariviere, MA., (2005) mengembangkan model koordinasi rantai pasok dengan perjanjian pembagian pendapatan antara retail dan pemasok. Pendapatan ditentukan oleh harga dan jumlah yang dibeli oleh retail. Pada Model ini juga dicobakan beberapa jenis perjanjian, termasuk adanya diskon. Model ini dikembangkan dengan pendekatan *game theory*.

## B. Pengembangan Model

Model ini dikembangkan berdasar Model Indrianti, et al (2001) dan Model Budijati (2005). Batasan dan asumsi model yang dikembangkan, adalah sebagai berikut:

1. Model dibuat dengan pendekatan program dinamis
2. Besar permintaan tiap periode diketahui dengan pasti tetapi bersifat dinamis
3. Kapasitas gudang penyimpanan bahan baku terbatas
4. Harga pembelian bahan baku diberlakukan diskon dengan ketentuan *all unit quantity discount*
5. Umur bahan baku pada saat kedatangan diketahui dan batas masa kadaluarsanya juga diketahui
6. Model dikembangkan untuk *single item*
7. Tidak diperkenankan adanya *backorder*
8. Adanya prioritas bahwa sisa persediaan bahan baku dari periode sebelumnya akan digunakan terlebih dahulu dalam proses produksi, selama bahan tersebut masih belum melewati batas masa kadaluarsanya
9. Persediaan bahan baku pada akhir periode perencanaan sama dengan nol
10. Bahan baku yang kadaluarsa tidak dapat digunakan lagi, sehingga dihitung sebagai kerugian perusahaan
11. Tidak dipertimbangkan adanya tambahan pemesanan pada pertengahan periode perencanaan

Permasalahan pada model dapat dilihat pada Gambar 1. Notasi-notasi yang digunakan dalam model adalah sebagai berikut :

$x_i$  : kuantitas pemesanan bahan baku pada periode ke  $i$

$I_0$  : persediaan bahan baku yang merupakan sisa penggunaan bahan baku pada periode 0

$I_{-1}$  : persediaan bahan baku yang merupakan sisa penggunaan bahan baku pada periode -1

$I_{-2}$  : persediaan bahan baku yang merupakan sisa penggunaan bahan baku pada periode -2

$I_i$  : persediaan bahan baku yang merupakan sisa penggunaan bahan baku pada periode  $i$

$\sum_{k=1}^t I_{1-k}$  : jumlah persediaan awal bahan baku pada periode 1, yang merupakan sisa penggunaan bahan baku dari periode-periode sebelumnya yang belum mencapai batas masa kadaluarsanya pada periode 1 tersebut

$\sum_{k=1}^t I_{i-k}$  : jumlah persediaan awal bahan baku pada periode  $i$ , yang merupakan sisa penggunaan bahan baku dari periode-periode sebelumnya yang belum mencapai batas masa kadaluarsanya pada periode  $i$  tersebut

$t$  : batas masa kadaluarsa sejak kedatangan bahan baku

$k$  : konstanta yang menunjukkan waktu bahan telah disimpan, dengan nilai maksimal  $k$  adalah  $t$  dengan  $k = 1, 2, 3, \dots, t$

$i$  : indeks periode

dengan  $i = 1, 2, 3, \dots, n$

$b$  : kapasitas gudang

$D_i$  : permintaan pada periode  $i$

Elemen biaya pada model yang dikembangkan terdiri dari:

1. Biaya pesan pada periode  $i$  dinotasikan dengan  $K_i$

Biaya pesan dikenakan, jika bahan baku dipesan pada periode  $i$ , sehingga biaya pesan untuk sekali pemesanan pada periode  $i$  dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$K_i = \begin{cases} 0, & \text{jika } x_i = 0 \\ K_i & \text{jika } x_i > 0 \end{cases} \quad (1)$$

2. Biaya simpan per unit bahan baku dari periode  $i$  ke periode  $i+1$  dinotasikan dengan  $h_i$

3. Biaya pembelian pada periode  $i$

Biaya pembelian tergantung pada kuantitas pemesanan dan ketentuan diskon, dimana harga pembelian per unit didefinisikan sebagai berikut :





$$C_j = \begin{cases} c_1 & \text{jika } 1 \leq x_i < a_1 \\ c_2 & \text{jika } a_1 \leq x_i < a_2 \\ \dots & \\ c_j & \text{jika } a_{j-1} \leq x_i < a_j \\ \dots & \\ c_m & \text{jika } a_{m-1} \leq x_i < a_m \end{cases} \quad (2)$$

dimana :

$C_j$  adalah harga per unit untuk kelas diskon  $j$ , dengan interval kuantitas pemesanan antara  $a_{j-1}$  sampai  $a_j$

$a_1 < a_2 < \dots < a_j < \dots < a_m$  adalah urutan kuantitas pemesanan integer terjadinya pemisahan harga

$a_j$  adalah kuantitas maksimal yang dapat dipesan untuk kelas diskon  $j$

$a_m$  adalah kuantitas maksimal pemesanan, biasanya tidak terbatas

$j$  : indeks kelas diskon

dimana  $j = 1, 2, 3, \dots, m$

Sehingga biaya pembelian pada periode  $i$ , dinotasikan dengan  $P_i(x_i)$  adalah :

$$P_i(x_i) = C_j \cdot x_i \quad (3)$$

4. Biaya atau kerugian akibat kadaluarsa bahan baku. Kerugian atau biaya ini ditanggung oleh perusahaan apabila di gudang masih tersisa bahan baku yang telah melewati batas masa kadaluarsanya, sehingga bahan baku tersebut tidak dapat digunakan lagi atau harus dibuang.

Dalam hal ini dapat dijelaskan bahwa sisa pengadaan bahan baku pada akhir periode  $i$  ( $I_i$ ) dapat dipakai untuk memenuhi permintaan sampai periode  $i+t$ , sehingga suatu bahan baku dikatakan kadaluarsa ketika bahan baku yang datang pada periode  $i$  masih ada di gudang pada periode  $i+t+1$ .

Dengan demikian biaya atau kerugian akibat bahan baku yang kadaluarsa pada setiap periode  $i$ , ditentukan oleh jumlah bahan baku yang kadaluarsa tersebut, sehingga biaya kadaluarsa dapat didefinisikan dengan:

$$R_i = \begin{cases} I_{i-t-1} \cdot r & \text{jika } I_{i-t-1} > 0 \\ 0 & \text{jika } I_{i-t-1} = 0 \end{cases} \quad (4)$$

Dengan  $r$  adalah biaya kadaluarsa/unit

Dengan demikian total *inventory cost* pada periode  $i$ , yang merupakan penjumlahan dari keempat elemen biaya tersebut adalah :

$$TIC_i = K_i + P_i(x_i) + h_i \cdot (I_i + I_{i-1} + I_{i-2} + \dots + I_{i-t-1}) + R_i \quad (5)$$

atau dapat dituliskan dengan

$$TIC_i = K_i + P_i(x_i) + h_i \cdot \sum_{k=0}^{t-1} I_{i-k} + R_i \quad (6)$$

Model ini bertujuan untuk meminimalkan total *inventory cost* untuk seluruh  $n$  periode. Biaya simpan untuk periode  $i$  didasarkan pada persediaan pada akhir periode tersebut, dimana persediaan pada akhir setiap periode  $i$  adalah:

$$\sum_{k=0}^{t-1} I_{i-k} = \sum_{k=0}^{t-1} I_{i-1-k} + x_i - D_i \quad (7)$$

atau

$$\sum_{k=0}^{t-1} I_{i-k} = \sum_{k=1}^t I_{i-k} + x_i - D_i \quad (8)$$

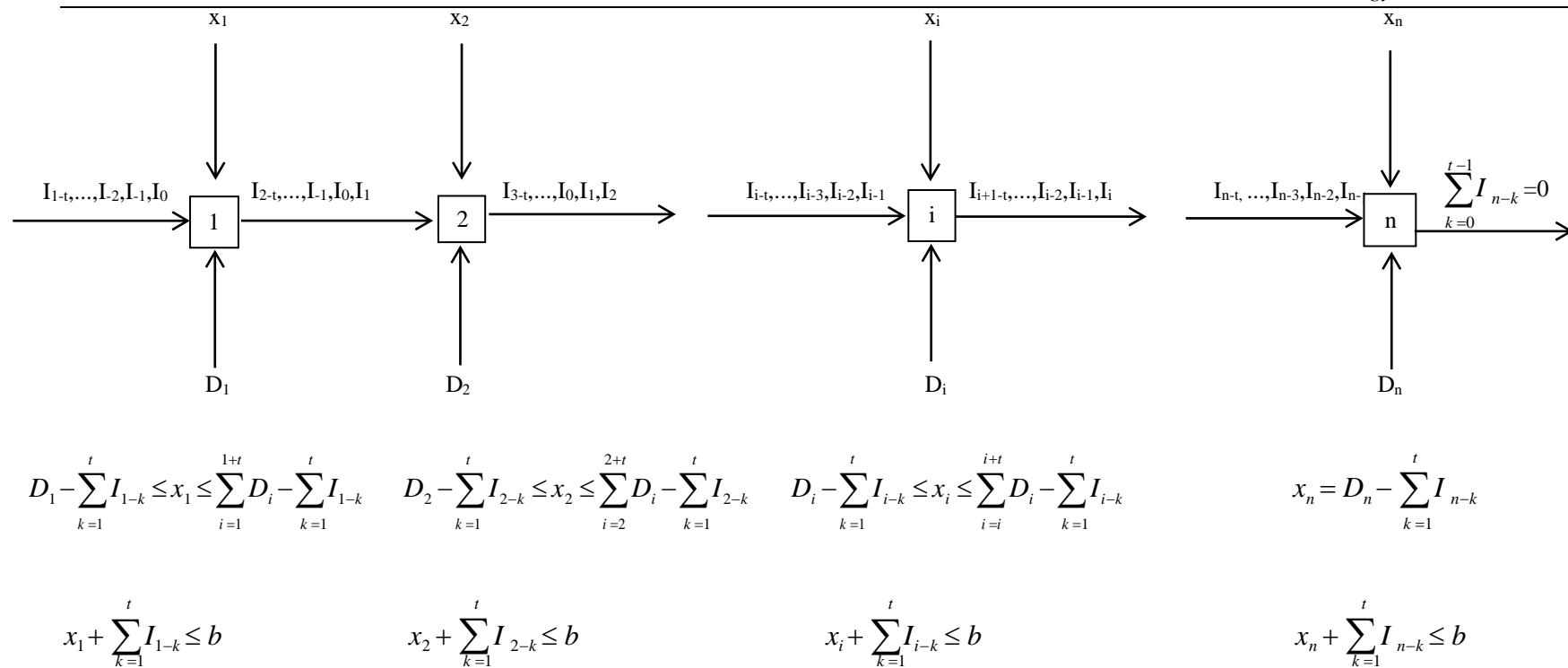
Karena pada model ini digunakan pendekatan maju, maka *state* pada setiap *stage* (periode  $i$ ) adalah  $\sum_{k=0}^{t-1} I_{i-k}$ , dan tingkat/level persediaan pada akhir setiap periode  $i$ , seperti pada Gambar 1. adalah diantara nilai berikut:

$$0 \leq \sum_{k=0}^{t-1} I_{i-k} \leq D_{i+1} + \dots + D_{i+t} \quad (9)$$

Dengan catatan bahwa:

- Untuk pemenuhan  $D_{i+1}$  persediaan bahan baku yang masih dapat digunakan setidaknya adalah  $I_{i+1-t}$
- Untuk pemenuhan  $D_{i+2}$  persediaan bahan baku yang masih dapat digunakan setidaknya adalah  $I_{i+2-t}$
- Demikian sehingga pemenuhan  $D_{i+t}$  persediaan bahan baku yang masih dapat digunakan adalah  $I_{i+t-t} = I_i$





Gambar 1. Situasi Pemesanan dan Persediaan pada Model yang dikembangkan



Artinya dari pertidaksamaan (8), dapat disimpulkan bahwa, sisa persediaan pada periode  $i$  sebesar  $\sum_{k=0}^{t-1} I_{i-k}$  dapat digunakan untuk memenuhi permintaan pada beberapa periode tersisa sampai pada periode  $i+t$ . Dengan kata lain bahwa kuantitas pemesanan pada periode  $i$  ( $x_i$ ) dapat digunakan untuk memenuhi permintaan pada periode bersangkutan dan beberapa periode berikutnya sampai periode  $i+t$  dimana bahan tersebut mencapai batas maksimal penyimpanannya, yang dapat dituliskan sebagai:

$$D_i - \sum_{k=0}^{t-1} I_{i-1-k} \leq x_i \leq \sum_{i=i}^{i+t} D_i - \sum_{k=0}^{t-1} I_{i-1-k} \quad (10)$$

atau dapat dituliskan dengan:

$$D_i - \sum_{k=1}^t I_{i-k} \leq x_i \leq \sum_{i=i}^{i+t} D_i - \sum_{k=1}^t I_{i-k} \quad (11)$$

Adanya batasan kapasitas gudang pada setiap periode, maka variabel keputusan pada setiap periode  $i$ , yaitu kuantitas pemesanan ( $x_i$ ) ditambah sisa persediaan periode sebelumnya ( $\sum_{k=1}^t I_{i-k}$ ), harus memenuhi :

$$x_i + \sum_{k=1}^t I_{i-k} \leq b \quad (12)$$

Sementara diinginkannya bahwa persediaan pada akhir periode perencanaan sama dengan 0 (nol), maka kuantitas pemesanan pada akhir periode perencanaan ( $x_n$ ) hanya digunakan untuk memenuhi permintaan periode tersebut, sehingga persamaannya menjadi:

$$x_n = D_n - \sum_{k=1}^t I_{n-k} \quad (13)$$

Dengan demikian formulasi model program dinamisnya menjadi :

1. Fungsi tujuan :

$f_i(\sum_{k=0}^{t-1} I_{i-k})$  adalah minimasi total biaya persediaan (total *inventory cost*) untuk periode

1,2,...,  $i$  jika kuantitas pemesanan pada periode  $i$  adalah  $x_i$ , dengan harga per unit  $x_i$  adalah  $c_j$ , kapasitas gudang sebesar  $b$ , dimana  $x_i$  dapat digunakan untuk memenuhi permintaan pada periode bersangkutan sampai dengan periode  $i+t$  dan persediaan pada akhir periode  $i$  adalah

$$\sum_{k=0}^{t-1} I_{i-k}$$

2. Kondisi batas

$$f_1\left(\sum_{k=0}^{t-1} I_{1-k}\right) = \min_{\substack{D_1 - \sum_{k=1}^t I_{1-k} \leq x_1 \leq D_1 - \sum_{k=1}^t I_{1-k} \\ x_1 + \sum_{k=1}^t I_{1-k} \leq b}} \left\{ K_1 + P_1(x_1) + h_1 \cdot \sum_{k=0}^{t-1} I_{1-k} + R_1 \right\} \quad (14)$$

3. Fungsi hubungan rekursif

$$f_i\left(\sum_{k=0}^{t-1} I_{i-k}\right) = \min_{\substack{D_i - \sum_{k=1}^t I_{i-k} \leq x_i \leq D_i - \sum_{k=1}^t I_{i-k} \\ x_i + \sum_{k=1}^t I_{i-k} \leq b}} \left\{ \begin{matrix} K_i + P_i(x_i) + h_i \cdot \sum_{k=0}^{t-1} I_{i-k} + R_i \\ f_{i-1}\left(\sum_{k=0}^{t-1} I_{(i-1)-k}\right) \end{matrix} \right\} \quad (15)$$

dimana  $i = 1, 2, 3, \dots, n$

$j = 1, 2, 3, \dots, m$

$k = 1, 2, 3, \dots, t$





### C. Pencarian Solusi

Pada sub bab ini dikaji beberapa skenario yang memungkinkan adanya perbedaan solusi yang dihasilkan.

#### 1. Skenario 1

Pada skenario 1 dibahas suatu kondisi dimana **biaya pesan jauh lebih besar dibanding biaya simpan**.

Kasus untuk skenario 1 adalah sebagai berikut:

Data permintaan seperti pada tabel I.

Tabel I. Data Permintaan untuk Skenario 1

Periode	1	2	3	4
Permintaan	4	3	2	4

Diketahui batas masa kadaluarsa bahan maksimal adalah 2 periode sejak kedatangan bahan ( $t=2$ ). Jika persediaan awal pada periode 1, berasal dari 2 periode sebelumnya sebanyak 1 ( $I_{-1}=1$ ) dan berasal dari 1 periode sebelumnya sebanyak 1 ( $I_0=1$ ) dan kapasitas gudang adalah 12, sedangkan biaya untuk sekali pemesanan adalah 20, biaya simpan per unit per periode adalah 1 dengan harga pembelian mengikuti ketentuan berikut:

$$C_j = \begin{cases} 6 & \text{jika } 1 \leq x_i \leq 4 \\ 5 & \text{jika } 4 < x_i < 7 \\ 4 & \text{jika } x_i \geq 7 \end{cases}$$

serta kerugian akibat kadaluarsa per unit bahan adalah sebesar harga pembelian per unit bahan

Dengan menjalankan model sesuai kaidah program dinamis, dari skenario 1 dihasilkan solusi seperti pada tabel II berikut:

Tabel II. Solusi Akhir Skenario 1

Input		Periode 1			Periode 2			Periode 3			Periode 4			Total Biaya
$I_{-1}$	$I_0$	$x_1$	$I_0$	$I_1$	$x_2$	$I_1$	$I_2$	$x_3$	$I_2$	$I_3$	$x_4$	$I_3$	$I_4$	
1	1	7	0	5	0	2	0	0	0	0	4	0	0	95

#### 2. Skenario 2

Pada skenario 2 dibahas suatu kondisi dimana **biaya pesan jauh lebih kecil dibanding biaya simpan**.

Data-data yang digunakan untuk pencarian solusi sama dengan kasus untuk Skenario 1. Hal ini dimaksudkan untuk memperjelas jalannya model ketika kondisi biaya pesan dan biaya simpan bertolak belakang. Pada skenario 2 ini diberlakukan biaya pesan sebesar 1 untuk sekali pemesanan dan biaya simpan sebesar 20/unit/periode.

Alternatif variabel keputusan pada masing-masing stage/ periode pada skenario 1 juga berlaku pada skenario 2 ini. Oleh karena itu penyelesaian skenario 2 menghasilkan solusi sebagai berikut:

Tabel III. Solusi Akhir skenario 2

Input		Periode 1			Periode 2			Periode 3			Periode 4			Total Biaya
$I_{-1}$	$I_0$	$x_1$	$I_0$	$I_1$	$x_2$	$I_1$	$I_2$	$x_3$	$I_2$	$I_3$	$x_4$	$I_3$	$I_4$	
1	1	2	0	0	3	0	0	2	0	0	4	0	0	66

#### 3. Skenario 3

Pada skenario 3 dibahas suatu kondisi dimana **biaya simpan relatif sama/ mendekati biaya pesan dan ketentuan diskon (biaya pembelian per unit) sangat dipengaruhi oleh kuantitas pembelian**.

Kondisi tersebut menjadikan perubahan pada kuantitas pembelian maksimal pada tiap periode, yang berarti bahwa alternatif variabel keputusan pada tiap periode juga mengalami perubahan. Alternatif variabel keputusan maksimal pada tiap periode tidak hanya dibatasi sampai sejumlah kebutuhan untuk beberapa periode sampai batas umur pakai bahan, tetapi alternatif variabel keputusan akan mencakup kebutuhan bahan sampai akhir horizon perencanaan, jika gudang masih cukup untuk menyimpan bahan tersebut. Yang berarti juga jika bahan baku tidak digunakan ketika mencapai batas masa kadaluarsa, maka perusahaan mengalami kerugian sebesar biaya pembelian bahan tersebut.

Perubahan ketentuan alternatif variabel keputusan maksimal pada tiap periode mengubah salah satu formulasi fungsi pembatas model. Sehingga persamaan (11) berubah menjadi persamaan (36) berikut:

$$D_i - \sum_{k=1}^i I_{i-k} \leq x_i \leq \sum_{i=i}^n D_i - \sum_{k=1}^i I_{i-k} \quad (16)$$



Dimana batas kanan dari variabel keputusan sebelumnya (pada persamaan II) adalah jumlah permintaan periode  $i$  sampai periode  $i+t$  dikurangi persediaan awal pada periode  $i$  ( $\sum_{i=i}^{i+t} D_i - \sum_{k=1}^t I_{i-k}$ ), berubah menjadi  $\sum_{i=i}^n D_i - \sum_{k=1}^t I_{i-k}$  yang berarti jumlah permintaan periode  $i$  sampai periode  $n$  dikurangi persediaan awal pada periode  $i$ .

Pada skenario 3 ini tetap digunakan data permintaan yang sama dengan dua skenario sebelumnya.

Beberapa ketentuan masih sama juga dengan dua skenario sebelumnya. Pada skenario 3 biaya untuk sekali pemesanan sama dengan biaya simpan per unit per periode yaitu 1, selanjutnya ketentuan diskon atau harga pembelian per unit mengikuti ketentuan berikut:

$$C_j = \begin{cases} 5 & \text{jika } 1 \leq x_i < 10 \\ 1 & \text{jika } x_i \geq 10 \end{cases}$$

sementara kerugian akibat kadaluarsa per unit bahan adalah sebesar harga pembelian per unit bahan, maka solusi yang dihasilkan sebagai berikut:

Tabel IV. Solusi Akhir skenario 3

Input		Periode 1			Periode 2			Periode 3				Periode 4			Total Biaya
$I_{-1}$	$I_0$	$x_1$	$I_0$	$I_1$	$x_2$	$I_1$	$I_2$	$x_3$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$x_4$	$I_3$	$I_4$	
1	1	10	0	8	0	5	0	0	3	0	0	4	0	0	51

#### D. Kesimpulan

Dari hasil masing-masing penerapan skenario, dapat ditarik beberapa kesimpulan berikut:

1. Pada skenario 1 untuk mencapai total biaya minimal, model memberikan solusi berupa setiap kali pemesanan dilakukan dalam jumlah besar sekaligus, sehingga bahan yang tersisa disimpan untuk penggunaan periode-periode berikutnya sebelum masa pakai bahan tersebut habis.
2. Pada skenario 2 model memberikan solusi berupa pemesanan dilakukan setiap periode saat dibutuhkan bahan tanpa melakukan penyimpanan ke periode berikutnya, artinya persediaan akhir setiap periode sama dengan nol.
3. Pada skenario 3 model memberikan solusi berupa pemesanan dilakukan dalam jumlah besar sekaligus sesuai kuantitas minimal mulai terjadinya diskon. Dengan keputusan tersebut mengakibatkan terjadinya kadaluarsa bagi sebagian bahan yang belum digunakan ketika sampai batas masa kadaluarsanya.

#### E. Saran

Beberapa saran yang perlu disampaikan antara lain:

1. Bagi perusahaan dengan kondisi sesuai gambaran sistem dalam penelitian ini, perlu melakukan pengkajian tentang perbandingan besarnya biaya pesan, biaya simpan, ketentuan diskon dan batas kadaluarsa sebelum memutuskan untuk pengadaan bahan. Model yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat dijadikan salah satu pertimbangan.
2. Untuk penelitian berikutnya dapat dikembangkan lebih jauh bagi kondisi multi item dan adanya kedatangan permintaan yang bersifat dinamis.

#### F. Daftar pustaka

- Budijati, SM, 2005, *Model Penjadwalan Pemesanan Dinamis dengan adanya Diskon dan Keterbatasan Kapasitas Gudang*, Prosiding Seminar Forkom Teknik Industri II, Yogyakarta
- Cechon, GP., dan Lariviere, MA., 2005, *Supply Chain Coordination with Revenue-Sharing Contract : Strength and Limitations*, Management Science, Vol.51, No.1, pp 30-44
- I Gede Agus W, 2001, *Penentuan Tingkat Pemesanan Ekonomis dengan Mempertimbangkan Perubahan Harga Menggunakan Evolutionary Algoritma*, Proceeding Seminar Nasional Teknik Industri dan Manajemen Produksi, ITS, Surabaya
- Indrianti, et al, 2001, *Model Perencanaan Kebutuhan Bahan Baku dengan Mempertimbangkan Waktu Kadaluarsa Bahan*, Media Teknik No.2 Tahun XXIII, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta
- Taha, Hamdi A., 1997, *Operation Research an Introduction*, int 6<sup>th</sup> ed, Prentice-Hall Inc
- Xu, Jiefeng, et al, 2000, *The Deterministic Multi-Item Dynamic Lot Size Problem with Joint Business Volume Discount*, Annals of Operations Research, Volume 96, Numbers 1-4, pages 317-337

